

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-177617
 (43)Date of publication of application : 13.07.1989

(51)Int.Cl. G05B 19/415

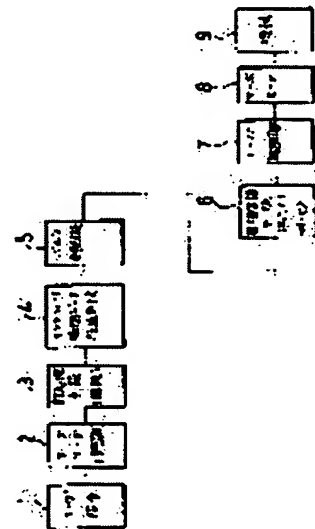
(21)Application number : 63-002144 (71)Applicant : FANUC LTD
 (22)Date of filing : 08.01.1988 (72)Inventor : KAWAMURA HIDEAKI
 FUJIBAYASHI KENTARO
 SANO MASAFUMI

(54) INVOLUTE INTERPOLATION SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To easily work a three-dimensional involute curve by interpolating the prescribed commands of the involute curve and a Z axis in a numerical controller (CNC), converting the interpolating quantities to respective rotary axis linear axes and Z axes, and controlling a machine tool.

CONSTITUTION: A pulse distributing means 5 executes the increment of the curve starting point angle of the involute curve at a fixed angle from data in an orthogonal coordinates system prepared by an involute interpolation data preparing means 4, obtains the moving quantities of respective points of the involute curve and the Z axis, executes a linear interpolation or a circular interpolation, and outputs an interpolation pulse. A coordinates converting means 6 converts interpolation pulses X, Y and Z in the orthogonal coordinates system to interpolation pulses (r), (c) and Z of a pole coordinates system. Namely, the prescribed commands of the involute curve and Z axis are interpolated on the rotary axis and linear axis, simultaneously, the Z axis is also interpolated, the Z axis is interpolated in synchronizing to it, the three-dimensional interpolation is executed, the interpolating quantities are converted to respective rotary axes, linear axes and Z axes, and the machine tool is controlled. Thus, the three-dimensional involute curve can be easily processed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number]
 [Date of registration]
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 - 1 7 7 6 1 7

(43) 公開日 平成1年(1989)7月13日

(51) Int. Cl.⁵
G 0 5 B 19/415

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 5 B 19/415

審査請求 有

(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願昭63-2144

(22) 出願日 昭和63年(1988)1月8日

(71) 出願人 999999999

ファナック株式会社

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地

(72) 発明者 川村 英昭

東京都日野市旭が丘3丁目5番地1 ファナック株式会社商品開発研究所内

(72) 発明者 藤林 謙太郎

東京都日野市旭が丘3丁目5番地1 ファナック株式会社商品開発研究所内

(72) 発明者 佐野 雅文

東京都日野市旭が丘3丁目5番地1 ファナック株式会社商品開発研究所内

(74) 代理人 服部 毅巖

(54) 【発明の名称】 インボリュート補間方式

(57) 【要約】 本公報は電子出願前の出願データであるため要約のデータは記録されません。

【特許請求の範囲】

(1) 回転軸と直線軸をもつ数値制御装置のインポリュート補間方式において、

インポリュート曲線の回転方向、基礎円の中心位置、該基礎円の半径(R)及びZ軸を指令し、該指令によってインポリュート曲線とZ軸の補間を行い、

前記回転軸、直線軸及びZ軸を制御することを特徴とするインポリュート補間方式。

(2) 前記Z軸の移動量は、前記回転軸と直線軸で構成される平面上のインポリュート曲線の微小移動量と比例 10
するように補間することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のインポリュート補間方式。

(3) 前記Z軸の移動量は、前記回転軸と直線軸で構成される平面上のインポリュート曲線の接線速度とZ軸方向の速度が比例するよにうすることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のインポリュート補間方式。

(4) 前記指令は直交座標系で行い、直交座標上で補間を行い、該補間量を極座標系の移動量に変換することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のインポリュート補間方式。 20

⑩ 日本国特許庁(JP) ⑪ 特許出願公開
⑫ 公開特許公報(A) 平1-177617

⑬ Int.Cl.⁴

G 05 B 19/415

識別記号

庁内整理番号

7623-5H

⑭ 公開 平成1年(1989)7月13日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全6頁)

⑮ 発明の名称 インポリュート補間方式

⑯ 特 願 昭63-2144

⑰ 出 願 昭63(1988)1月8日

⑱ 発 明 者 川 村 英 昭 東京都日野市旭が丘3丁目5番地1 ファナック株式会社
商品開発研究所内
⑱ 発 明 者 藤 林 謙 太 郎 東京都日野市旭が丘3丁目5番地1 ファナック株式会社
商品開発研究所内
⑱ 発 明 者 佐 野 雅 文 東京都日野市旭が丘3丁目5番地1 ファナック株式会社
商品開発研究所内
⑲ 出 願 人 ファナック株式会社 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地
⑲ 代 理 人 弁理士 服 部 毅 彦

明 細 書

1. 発明の名称

インポリュート補間方式

2. 特許請求の範囲

(1) 回転軸と直線軸をもつ数値制御装置のインポリュート補間方式において、

インポリュート曲線の回転方向、基礎円の中心位置、該基礎円の半径(R)及びZ軸を指令し、該指令によってインポリュート曲線とZ軸の補間を行い、

前記回転軸、直線軸及びZ軸を制御することを特徴とするインポリュート補間方式。

(2) 前記Z軸の移動量は、前記回転軸と直線軸で構成される平面上のインポリュート曲線の微小移動量と比例するように補間することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のインポリュート補間方式。

(3) 前記Z軸の移動量は、前記回転軸と直線軸

で構成される平面上のインポリュート曲線の接線速度とZ軸方向の速度が比例するようにすることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のインポリュート補間方式。

(4) 前記指令は直交座標系で行い、直交座標上で補間を行い、該補間量を極座標系の移動量に変換することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のインポリュート補間方式。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は回転軸と直線軸を持つ数値制御装置等のインポリュート補間方式に関し、特にインポリュート曲線の補間とZ軸を同期させて補間するインポリュート補間方式に関する。

〔従来の技術〕

数値制御装置等の曲線補間でインポリュート曲線の補間は歯車、ポンプの羽根等の加工のために

必要性が高い。このために、一般にはインボリュート曲線を数値制御装置と別の計算機あるいはNCプログラム作成装置等で補間して、直線データに分解して、このテープで数値制御加工を行うのが一般的であった。

これに対して、本願出願人は特願昭62-157303号において、直交座標系での指令を数値制御装置(CNC)内で簡単にインボリュート曲線の補間を行うことのできるインボリュート補間方式を提案している。

(発明が解決しようとする課題)

しかし、C軸を有する3軸旋盤或いはカム研削盤等では機械の座標系は極座標で構成されており、上記の直交座標系だけのインボリュート補間方式では、これらの機械に適用することはできない。

また、カム或いは歯車等では、1個の平面でインボリュート曲線を補間し、この平面に垂直な方向にも移動するような曲面が要求される。

本発明はこのような点に鑑みてなされたもので

特開平 1-177617(2)

あり、インボリュート曲線の補間とZ軸を同期させて補間するインボリュート補間方式を提供することを目的とする。

(課題を解決するための手段)

本発明はでは上記課題を解決するために、

回転軸と直線軸をもつ数値制御装置のインボリュート補間方式において、

インボリュート曲線の回転方向、基礎円の中心位置、該基礎円の半径(R)及びZ軸を指令し、該指令によってインボリュート曲線とZ軸の補間を行い、

前記回転軸、直線軸及びZ軸を制御することを特徴とするインボリュート補間方式が、提供される。

(作用)

インボリュート曲線とZ軸の所定の指令を、回転軸と直線軸上で補間すると同時にZ軸も補間し、これに同期してZ軸の補間を行い、3次元の補間

を行う。この補間量をそれぞれの回転軸、直線軸、Z軸に変換して、工作機械を制御する。

(実施例)

以下本発明の一実施例を図面に基づいて説明する。

第3図に3軸旋盤等の直線軸と回転軸を有する機械の直交座標系と極座標系との関係を示す。図において、X軸はクロススライドの方向であり、Z軸は主軸の軸方向と一致する。ここで、機械は半径方向の直線軸、Z軸、Z軸に対する回転軸であるC軸で構成されている。

これに対して、プログラムはX軸、Y軸を使用して、XY平面上インボリュート曲線として指令する。Z軸は指令も機械の移動も同じである。

従って、インボリュート曲線のプログラムはXY平面上で指令し、これをXY平面上の座標系で補間して、この補間パルスは極座標、すなわちr-θ平面上のパルスに変換して、このパルスでサーボモータを駆動して機械を制御する。Z軸に同

してはプログラムも実際の動きも同じであるが、XY平面上のインボリュート曲線の微小移動量に比例して補間する場合と、XY平面上のインボリュート曲線の接線速度にZ軸の速度が比例するように制御する場合がある。

図において、P₀はインボリュート曲線の始点であり、この点P₀を含むXY平面をAとする。P₀はインボリュート曲線の終点であり、この終点P₀を含むXY平面をBとする。面A上のインボリュート曲線をIC1、面B上のインボリュート曲線をIC2とする。このインボリュート曲線IC1とIC2は同じ曲線である。このインボリュート曲線IC1を補間しながら、Z軸をこれに同期して補間すると、求める3次元のインボリュート曲線ICが得られる。

次に実際の指令と、インボリュート曲線の補間について述べる。第1図に本発明の実施例のインボリュート曲線の例を示す。図の曲線は、第3図の面A上のインボリュート曲線IC1であり、但し回転方向が逆にしてある。先に説明したように、

特開平 1-177617(3)

インボリュート曲線はXY平面上の曲線として指令されているものとする。図において、BCはインボリュート曲線の基礎円であり、中心の座標はO(X_o, Y_o)であり、半径はRである。

ICは補間すべきインボリュート曲線であり、点P_i(X_i, Y_i)はインボリュート曲線ICの曲線開始点であり、点P_iとOを結ぶ線がX軸となす角をθ_iとする。

必要なインボリュート補間曲線は、インボリュート曲線ICの点P_s(X_s, Y_s)を補間の開始点とし、点P_{e1}(X_e, Y_e)を終点とするインボリュート曲線である。

ここで、P_s(X_s, Y_s)から、基礎円BCに接線を引き、接点をP_{s c}とし、点P_{s c}と点Oを結び、その線がX軸となす角をθ_sとする。同様に点P_{e1}(X_e, Y_e)から基礎円BCに接線を引きその接点をP_{e c}として、点P_{e c}と円の中心Oを結ぶ線がX軸となす角をθ_eとする。補間中の点P(X, Y)から基礎円BCに接線を引きその接点をP_c(X_c, Y_c)とする。点P

cと円の中心Oを結ぶ線がX軸となす角をθとする。

ここで、インボリュート補間の指令は

G12.1;

G03.2X--C--Z--I--J--
R--F--;

G13.1;

で与える。ここでG12.1は極座標補間モード指令であり、モーダルな指令である。従って、このGコードが指令された後はキャンセルされるまで極座標補間が有効である。

G03.2は左まわりのインボリュート曲線指令であり、右まわりのときはG02.2で指令する。基礎円へ近づくか、離れるかはインボリュート曲線の始点と終点の座標値によって決まる。

Xは直交座標系(X, C)における終点の座標値であり、Cは直交座標系の終点の座標値であり、図ではP_{e1}(X_e, Y_e)の値である。ここでは、アブソリュート値で指令する。勿論、ここではCに続く数値はXY平面上のYの値として指令

7

8

されている。従って、Cに続く数値は実際のC軸の回転量とは異なる。勿論インボリュート曲線の補間後にこれらの値は極座標系の値に変換される。Zは勿論Z軸方向の移動量、あるいは終点の座標を示す。

I--J--は始点P_s(X_s, Y_s)から見た、基礎円Cの中心の値であり、ここではインクリメンタル値で指令する。

R--は基礎円BCの半径であり、F--は送り速度である。

G13.1は極座標補間モードのキャンセル指令であり、極座標補間モードがキャンセルされ、通常の直交座標補間に戻る。:はエンド・オブ・ブロックである。

次にこの指令からインボリュート曲線に必要な値を求める計算手段について述べる。

(1) 基礎円の中心座標O

インボリュート曲線の始点P_s(X_s, Y_s)の座標は指令値にはないが、数値制御装置内部に現在位置として記憶されている。この始点P_s

(X_s, Y_s)と始点から見たインボリュート曲線の基礎円の中心迄の距離(I, J)より、基礎円の中心座標O(X_o, Y_o)を次式で求める。

$$X_o = X_s + I$$

$$Y_o = Y_s + J$$

(2) インボリュート曲線の始点の角度θ_s

P_s(X_s, Y_s)から、基礎円Cに接線を引き、接点をP_{s c}とし、点P_{s c}と点Oを結び、その線がX軸となす角をθ_sとする。

(3) インボリュート曲線の終点の角度θ_e

点P_{e1}(X_e, Y_e)から基礎円Cに接線を引きその接点をP_{e c}として、点P_{e c}と円の中心Oを結ぶ線がX軸となす角をθ_eとする。

(4) インボリュート曲線の曲線開始点角度θ_i

点P_{s c}と点P_s間の距離をL_sとすると、点P_{s c}とP_i間の弧の長さはインボリュート曲線の定義から、直線L_sの長さに等しい。従って直線L_sの長さをLとすると、

$$\theta_s = \theta_{s1} - L/R \quad (\text{単位はラジアン})$$

でインボリュート曲線の曲線開始点角度θ_iが求

9

10

特開平 1-177617(4)

められる。

(5) 以上の値から、インボリュート曲線上の点の座標は、

$$X = R \{ \cos \theta + (\theta - \theta_0) \sin \theta \} + X_0$$

$$Y = R \{ \sin \theta - (\theta - \theta_0) \cos \theta \} + Y_0$$

で与えられる。

ここで、 θ を θ_0 から θ_1 まで一定角度ずつ増分させ、上記の式からインボリュート曲線 1C 上の点を順次求めて、直線補間して行けば求めるインボリュート曲線を補間することができる。これに Z 軸の補間を同期して行えば、求める曲線の補間ができる。

また、上式から θ を一定角度ずつ増分させて、3 点を求めてこれを円弧補間することで、所望のインボリュート曲線の補間を行うこともできる。

上記の説明では、具体的な指令及び補間式について述べたが、基本的にはインボリュート曲線の回転方向、移動距離、基礎円の半径と中心座標が指令されればよく、また、補間の式も指令の形式に応じて種々の式が使用可能である。さらに、移

動量は基礎円の中心からみた移動角度等で指令することもできる。

上記の例ではインボリュート曲線が左回り（反時計回り）で基礎円から離れる場合を示したが、これ以外にも、インボリュート曲線が左回り（反時計回り）で基礎円に近づく場合、インボリュート曲線が右回り（時計回り）で基礎円に近づく場合及びインボリュート曲線が右回り（時計回り）で基礎円から離れる場合の 3 種類の場合があるが、式はこの 3 つの場合もそのまま適用することができる。

このようにして、XY 平面上で得られた補間パルスを $r-c$ 平面上の値に変換する。その変換は次の式で行われる。

$$r = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$c = \cos^{-1} (X / \sqrt{X^2 + Y^2}) \pm 2n\pi$$

(n は整数)

Z 軸の補間パルスはそのまま Z 軸の指令とし出力される。

次にこのインボリュート曲線の補間を実施する

1 1

ための数値制御装置の概略の構成について述べる。第 2 図に本実施例の数値制御装置の概略図を示す。図において、1 はテープ指令であり、先に述べた指令をパンチしたテープである。2 はテープリーダーであり、このテープ 1 を読み取る。3 は前処理手段であり、インボリュート補間指令があるかを G コードから判断する。4 はインボリュート補間データ作成手段であり、上記に説明したインボリュート補間に必要なデータを指令値から作成する。5 はパルス分配手段であり、インボリュート補間データ作成手段 4 で作成された直交座標系でのデータから上記の式に基づいて、 θ を一定角度増分させてインボリュート曲線の各点と Z 軸の移動量を求め、直線補間或いは円弧補間を行い、補間パルスを出力する。6 は座標変換手段であり、直交座標系での補間パルス (X、Y、Z) を極座標系の補間パルス (r、c、Z) に変換する。7 はサーボ制御回路であり、指令によってサーボモータを駆動する。8 はサーボモータであり、ボールネジ等を介して機械 9 を移動させる。

1 3

1 2

〔発明の効果〕

以上説明したように本発明では、インボリュート曲線と Z 軸の所定の指令を数値制御装置 (CNC) 内で補間し、この補間量をそれぞれの回転軸、直線軸及び Z 軸に変換して、工作機械を制御するように構成したので、3 軸旋盤、カム研削盤等での 3 次元のインボリュート曲線の加工を簡単に行うことができる。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の一実施例のインボリュート曲線を示す図、

第 2 図は本発明の一実施例の数値制御装置の概略図、

第 3 図は直交座標系と極座標系との関係を示す図である。

1-----テープ指令

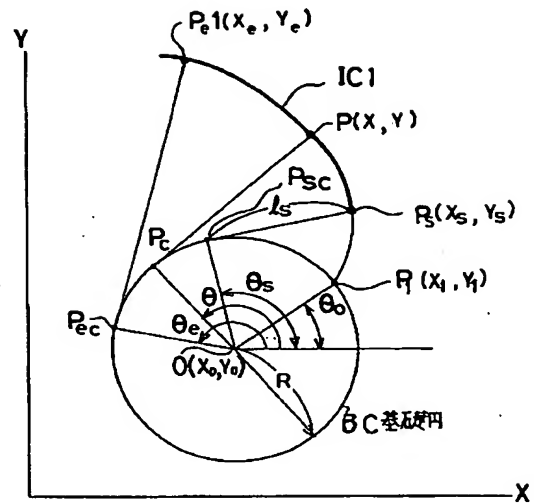
2-----テープリーダー

1 4

特開平 1-177617(5)

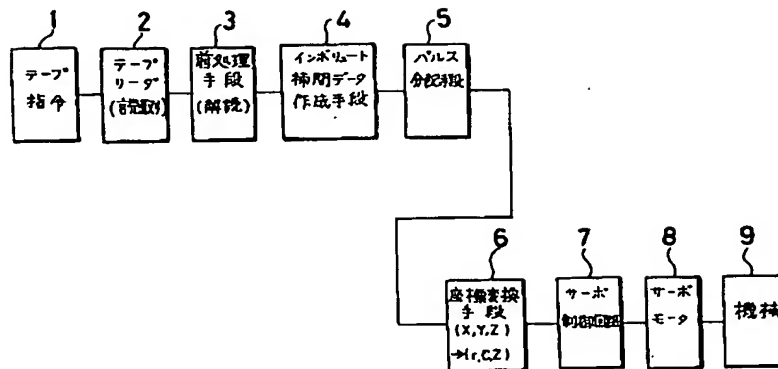
- 3-----前処理手段
 4-----インボリュート補間データ作成手段
 5-----パルス分配手段
 7-----サーボ制御回路
 8-----サーボモータ
 9-----機械
 B C-----基礎円
 O-----基礎円の中心
 I C-----3次元のインボリュート曲線
 P_i-----インボリュート曲線の曲線開始点
 P_s-----インボリュート曲線の始点
 P_e-----インボリュート曲線の終点
 R-----基礎円の半径
 θ_o-----曲線開始点角度
 θ_s-----始点の角度
 θ_e-----終点の角度

特許出願人 ファナック株式会社
 代理人 弁理士 服部毅哉



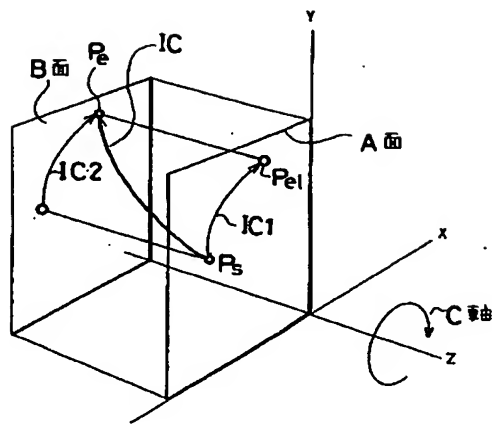
第 1 図

1 5



第 2 図

特開平 1-177617(6)



第 3 図